(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0142409
(43) 공개일자 2024년09월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F04B 37/08 (2020.01) *F04B 37/16* (2006.01)
(52) CPC특허분류
F04B 37/08 (2013.01)
F04B 37/16 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7020523
(22) 출원일자(국제) 2022년12월28일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2024년06월19일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2022/048620
(87) 국제공개번호 WO 2023/145385
국제공개일자 2023년08월03일
(30) 우선권주장
JP-P-2022-013219 2022년01월31일 일본(JP)

(71) 출원인
스미도모쥬기가이고교 가부시키가이샤
일본국 도쿄도 시나가와쿠 오오사키 2쵸메 1반 1고
(72) 발명자
타카하시 카케루
일본국 188-8585 도쿄도 니시토쿄시 야토쵸 2쵸메 1반 1고 스미도모쥬기가이고교 가부시키가이샤 타나시세이조쇼 내
(74) 대리인
정구명

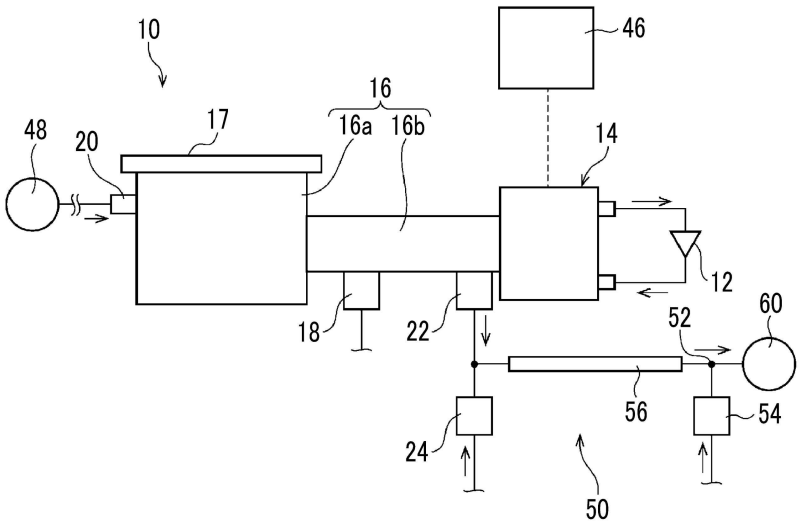
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **크라이오펌프시스템 및 재생컨트롤러**

(57) 요 약

크라이오펌프시스템은, 크라이오펌프용기(16)와, 크라이오펌프용기(16)로부터 배출유체를 배출하는 배출밸브(22)와, 배출밸브(22) 또는 그 하류에 퍼지가스를 공급하는 배출퍼지밸브(24)를 구비하는 크라이오펌프(10)와, 배출유체를 크라이오펌프(10)로부터 처리장치(60)에 배출하는 배출라인(50)으로서, 배출밸브(22) 및 배출퍼지밸브(24)에 접속되는 배출라인(50)을 구비한다. 배출라인(50)은, 배출퍼지밸브(24)에 대하여 처리장치(60)측에 퍼지가스수용포트(52)를 구비한다.

대 표 도 - 도1



명 세 서

청구범위

청구항 1

각각이, 크라이오펌프용기와, 상기 크라이오펌프용기로부터 배출유체를 배출하는 배출밸브와, 상기 배출밸브 또는 그 하류에 퍼지가스를 공급하는 배출퍼지밸브를 구비하는 복수의 크라이오펌프와,

상기 배출유체를 상기 복수의 크라이오펌프로부터 처리장치에 배출하는 배출라인으로서, 각각이 대응하는 크라이오펌프의 상기 배출밸브 및 상기 배출퍼지밸브에 접속되는 복수의 지로와, 상기 복수의 지로를 상기 처리장치에 접속하는 합류로를 구비하는 배출라인을 구비하는 것을 특징으로 하는 크라이오펌프시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

각 지로는, 상기 대응하는 크라이오펌프의 상기 배출밸브를 상기 합류로에 접속하는 버퍼용적을 구비하고, 상기 대응하는 크라이오펌프의 상기 배출퍼지밸브가, 상기 버퍼용적에 대하여 상기 배출밸브측에서 상기 지로에 접속되는 것을 특징으로 하는 크라이오펌프시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 버퍼용적은, 1리터 내지 30리터의 범위 내에 있는 것을 특징으로 하는 크라이오펌프시스템.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 복수의 크라이오펌프는, 제1 크라이오펌프 및 제2 크라이오펌프를 포함하고,

상기 크라이오펌프시스템의 재생을 제어하는 재생컨트롤러로서, 상기 제1 크라이오펌프로부터 상기 배출유체를 상기 처리장치에 배출하도록 상기 제1 크라이오펌프를 제어함과 함께, 상기 제2 크라이오펌프로부터 상기 퍼지가스를 상기 배출라인의 상기 합류로에 공급하도록 상기 제2 크라이오펌프를 제어하도록 구성되는 재생컨트롤러를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 크라이오펌프시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 복수의 크라이오펌프는, 제3 크라이오펌프를 더 포함하고,

상기 재생컨트롤러는, 상기 제1 크라이오펌프로부터 상기 배출유체를 상기 처리장치에 배출하도록 상기 제1 크라이오펌프를 제어함과 함께, 상기 제2 크라이오펌프 및 상기 제3 크라이오펌프로부터 상기 퍼지가스를 상기 배출라인의 상기 합류로에 공급하도록 상기 제2 크라이오펌프 및 상기 제3 크라이오펌프를 제어하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 크라이오펌프시스템.

청구항 6

제4항 또는 제5항에 있어서,

상기 복수의 크라이오펌프의 각각은, 상기 크라이오펌프용기에 퍼지가스를 공급하는 보디퍼지밸브를 구비하고,

상기 재생컨트롤러는, 상기 제1 크라이오펌프로부터 상기 배출유체를 상기 처리장치에 배출하기 위하여, 상기 제1 크라이오펌프의 상기 보디퍼지밸브 및 상기 배출퍼지밸브를 함께 개방하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 크라이오펌프시스템.

청구항 7

제4항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 복수의 크라이오펌프의 각각은, 상기 크라이오펌프를 냉각하는 냉동기를 구비하고,

상기 재생컨트롤러는, 상기 제2 크라이오펌프의 상기 크라이오펌프용기 내에서의 상기 배출유체의 생성을 방해하도록 상기 제2 크라이오펌프를 냉각하기 위하여 상기 냉동기를 제어하면서, 상기 제2 크라이오펌프의 상기 배출퍼지밸브를 개방하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 크라이오펌프시스템.

청구항 8

제4항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 재생컨트롤러는, 상기 제1 크라이오펌프로부터 상기 합류로로의 상기 퍼지가스의 유량에 비하여 상기 제2 크라이오펌프로부터 상기 합류로로의 상기 퍼지가스의 유량을 크게 하도록, 상기 제1 크라이오펌프 및 상기 제2 크라이오펌프를 제어하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 크라이오펌프시스템.

청구항 9

크라이오펌프시스템을 위한 재생컨트롤러로서,

상기 크라이오펌프시스템은,

각각이, 크라이오펌프용기와, 상기 크라이오펌프용기로부터 배출유체를 배출하는 배출밸브와, 상기 배출밸브 또는 그 하류에 퍼지가스를 공급하는 배출퍼지밸브를 구비하는 복수의 크라이오펌프와,

상기 배출유체를 상기 복수의 크라이오펌프로부터 처리장치에 배출하는 배출라인으로서, 각각이 대응하는 크라이오펌프의 상기 배출밸브 및 상기 배출퍼지밸브에 접속되는 복수의 지로와, 상기 복수의 지로를 상기 처리장치에 합류시키는 합류로를 구비하는 배출라인을 구비하고,

상기 복수의 크라이오펌프는, 제1 크라이오펌프 및 제2 크라이오펌프를 포함하며,

상기 재생컨트롤러는, 상기 제1 크라이오펌프로부터 상기 배출유체를 상기 처리장치에 배출하도록 상기 제1 크라이오펌프를 제어함과 함께, 상기 제2 크라이오펌프로부터 상기 퍼지가스를 상기 배출라인의 상기 합류로에 공급하도록 상기 제2 크라이오펌프를 제어하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 재생컨트롤러.

청구항 10

크라이오펌프용기와, 상기 크라이오펌프용기로부터 배출유체를 배출하는 배출밸브와, 상기 배출밸브 또는 그 하류에 퍼지가스를 공급하는 배출퍼지밸브를 구비하는 크라이오펌프와,

상기 배출밸브 및 상기 배출퍼지밸브에 접속되고, 상기 배출유체를 상기 크라이오펌프로부터 처리장치에 배출하는 배출라인에 마련되며, 상기 배출퍼지밸브에 대하여 상기 처리장치측으로 퍼지가스를 공급하는 추가의 배출퍼지밸브를 구비하는 것을 특징으로 하는 크라이오펌프시스템.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 배출라인은, 상기 배출퍼지밸브와 상기 추가의 배출퍼지밸브의 사이에 접속된 버퍼용적을 구비하는 것을 특징으로 하는 크라이오펌프시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 크라이오펌프시스템, 및 크라이오펌프시스템을 위한 재생컨트롤러에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 크라이오펌프는, 극저온으로 냉각된 크라이오패널에 기체분자를 응축 또는 흡착에 의하여 포착하여 배기하는 진공펌프이다. 크라이오펌프는 반도체회로제조프로세스 등에 요구되는 청정한 진공환경을 실현하기 위하여 일반적으로 이용된다. 크라이오펌프는 이른바 기체저장식의 진공펌프이기 때문에, 포착한 기체를 외부로 정기적으로

배출하는 재생을 필요로 한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: 일본 공개특허공보 특개2012-237293호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 반도체제조프로세스에서는, 폭발성, 부식성, 유독성 등 다양한 위험성을 갖는 위험가스가 사용되는 경우가 있다. 크라이오펌프 내에 저장된 위험가스는, 재생에 의하여 크라이오펌프로부터 배출되고, 제해(除害)장치라고도 불리는 처리장치로 무해화되거나 또는 위험성을 저감하도록 처리된다. 이때, 크라이오펌프에 퍼지가스를 공급함으로써 위험가스를 희석하고, 처리장치에 유입되는 위험가스의 농도를 낮게 하여, 안전성을 높일 수 있다.

[0005] 그러나, 재생개시 직후는 크라이오펌프의 승온에 의하여, 저장된 위험가스가 급속하게 재기화되어 위험가스농도가 현저하게 높아질 수 있다. 위험가스농도를 안전상 충분히 낮게 유지하는 것을 보증하기 위해서는, 대량의 퍼지가스가 필요해진다.

[0006] 본 발명의 일 양태의 예시적인 목적의 하나는, 크라이오펌프로부터 배출되어 처리장치에 유입되는 위험가스를 효율적으로 희석하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 양태에 의하면, 크라이오펌프시스템은, 각각이, 크라이오펌프용기와, 크라이오펌프용기로부터 배출유체를 배출하는 배출밸브와, 배출밸브 또는 그 하류에 퍼지가스를 공급하는 배출퍼지밸브를 구비하는 복수의 크라이오펌프와, 배출유체를 복수의 크라이오펌프로부터 처리장치에 배출하는 배출라인으로서, 각각이 대응하는 크라이오펌프의 배출밸브 및 배출퍼지밸브에 접속되는 복수의 지로(支路)와, 복수의 지로를 처리장치에 접속하는 합류로를 구비하는 배출라인을 구비한다.

[0008] 본 발명의 일 양태에 의하면, 크라이오펌프시스템을 위한 재생컨트롤러가 제공된다. 크라이오펌프시스템은, 각각이, 크라이오펌프용기와, 크라이오펌프용기로부터 배출유체를 배출하는 배출밸브와, 배출밸브 또는 그 하류에 퍼지가스를 공급하는 배출퍼지밸브를 구비하는 복수의 크라이오펌프와, 배출유체를 복수의 크라이오펌프로부터 처리장치에 배출하는 배출라인으로서, 각각이 대응하는 크라이오펌프의 배출밸브 및 배출퍼지밸브에 접속되는 복수의 지로(支路)와, 복수의 지로를 처리장치에 합류시키는 합류로를 구비하는 배출라인을 구비한다. 복수의 크라이오펌프는, 제1 크라이오펌프 및 제2 크라이오펌프를 포함한다. 재생컨트롤러는, 제1 크라이오펌프로부터 배출유체를 처리장치에 배출하도록 제1 크라이오펌프를 제어함과 함께, 제2 크라이오펌프로부터 퍼지가스를 배출라인의 합류로에 공급하도록 제2 크라이오펌프를 제어하도록 구성된다.

[0009] 본 발명의 일 양태에 의하면, 크라이오펌프시스템은, 크라이오펌프용기와, 크라이오펌프용기로부터 배출유체를 배출하는 배출밸브와, 배출밸브 또는 그 하류에 퍼지가스를 공급하는 배출퍼지밸브를 구비하는 크라이오펌프와, 배출밸브 및 배출퍼지밸브에 접속되고, 배출유체를 크라이오펌프로부터 처리장치에 배출하는 배출라인에 마련되며, 배출퍼지밸브에 대하여 처리장치측으로 퍼지가스를 공급하는 추가의 배출퍼지밸브를 구비한다.

[0010] 다만, 이상의 구성요소의 임의의 조합이나 본 발명의 구성요소나 표현을, 방법, 장치, 시스템 등의 사이에서 서로 치환한 것도 또한, 본 발명의 양태로서 유효하다.

발명의 효과

[0011] 본 발명에 의하면, 크라이오펌프로부터 배출되어 처리장치에 유입되는 위험가스를 효율적으로 희석할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 실시형태에 관한 크라이오펌프시스템을 모식적으로 나타낸다.

도 2는 실시형태에 관한 크라이오펌프시스템을 모식적으로 나타낸다.

도 3의 (a) 내지 도 3의 (c)는, 실시형태에 관하여, 크라이오펌프로부터의 배출유체에 있어서의 수소가스의 농도변화를 나타내는 그래프이다.

도 4의 (a) 내지 도 4의 (c)는, 실시형태에 관하여, 크라이오펌프로부터의 배출유체에 있어서의 수소가스의 농도변화를 나타내는 그래프이다.

도 5는 다른 실시형태에 관한 크라이오펌프시스템을 모식적으로 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 이하, 도면을 참조하면서, 본 발명을 실시하기 위한 형태에 대하여 상세하게 설명한다. 설명 및 도면에 있어서 동일 또는 동등한 구성요소, 부재, 처리에는 동일한 부호를 붙이고, 중복되는 설명은 적절히 생략한다. 도시되는 각부(各部)의 축척이나 형상은, 설명을 용이하게 하기 위하여 편의적으로 설정되어 있고, 특별히 언급이 없는 한 한정적으로 해석되는 것은 아니다. 실시형태는 예시이며, 본 발명의 범위를 결코 한정하는 것은 아니다. 실시형태에 기술되는 모든 특징이나 그 조합은, 반드시 발명의 본질적인 것이라고는 할 수 없다.

[0014] 도 1 및 도 2는, 실시형태에 관한 크라이오펌프시스템을 모식적으로 나타낸다. 도 1에는 크라이오펌프(10)의 외관이 모식적으로 나타나고, 도 2에는 크라이오펌프(10)의 내부구조가 모식적으로 나타난다. 크라이오펌프(10)는, 예를 들면 이온주입장치, 스퍼터링장치, 증착장치, 또는 그 외의 진공프로세스장치의 진공챔버에 장착되어, 진공챔버 내부의 진공도를 원하는 진공프로세스에 요구되는 레벨까지 높이기 위하여 사용된다. 예를 들면 10^{-5}Pa 내지 10^{-8}Pa 정도의 높은 진공도가 진공챔버에 실현된다.

[0015] 크라이오펌프(10)는, 압축기(12)와, 냉동기(14)와, 크라이오펌프용기(16)를 구비한다. 크라이오펌프용기(16)는, 크라이오펌프흡기구(17)를 갖는다. 또, 크라이오펌프(10)는, 러프밸브(18)와, 보디퍼지밸브(20)와, 배출밸브(22)와, 배출퍼지밸브(24)를 구비하고, 이들은 크라이오펌프용기(16)에 설치되어 있다.

[0016] 압축기(12)는, 냉매가스를 냉동기(14)로부터 회수하고, 회수한 냉매가스를 승압하여, 다시 냉매가스를 냉동기(14)에 공급하도록 구성되어 있다. 냉동기(14)는, 팽창기 또는 콜드헤드라고도 칭해지고, 압축기(12)와 함께 극저온냉동기를 구성한다. 압축기(12)와 냉동기(14)의 사이의 냉매가스의 순환이 냉동기(14) 내에서의 냉매가스의 적절한 압력변동과 용적변동의 조합으로 행해짐으로써, 한랭을 발생하는 열역학적 사이클이 구성되어, 냉동기(14)는 극저온냉각을 제공할 수 있다. 냉매가스는, 통상은 헬륨가스이지만, 적절한 다른 가스가 이용되어도 된다. 이해를 위하여, 냉매가스가 흐르는 방향을 도 1에 화살표로 나타낸다. 극저온냉동기는, 일례로서, 2단식의 기포드·맥마흔(Gifford-McMahon; GM)냉동기이지만, 펄스관냉동기, 스털링냉동기, 또는 그 외 타입의 극저온냉동기여도 된다.

[0017] 도 2에 나타나는 바와 같이, 냉동기(14)는, 실온부(26), 제1 실린더(28), 제1 냉각스테이지(30), 제2 실린더(32), 및 제2 냉각스테이지(34)를 구비한다. 냉동기(14)는, 제1 냉각스테이지(30)를 제1 냉각온도로 냉각하고, 제2 냉각스테이지(34)를 제2 냉각온도로 냉각하도록 구성되어 있다. 제2 냉각온도는 제1 냉각온도보다 저온이다. 예를 들면, 제1 냉각스테이지(30)는 65K~120K 정도, 바람직하게는 80K~100K로 냉각되고, 제2 냉각스테이지(34)는 10K~20K 정도로 냉각된다. 제1 냉각스테이지(30) 및 제2 냉각스테이지(34)는 각각, 고온냉각스테이지 및 저온냉각스테이지라고도 칭할 수 있다. 이와 같이 제1 냉각스테이지(30)와 제2 냉각스테이지(34)가 각각의 목표냉각온도로 냉각됨으로써, 크라이오펌프(10)는 진공배기운전을 할 수 있다.

[0018] 제1 실린더(28)는 제1 냉각스테이지(30)를 실온부(26)에 접속하고, 그로써 제1 냉각스테이지(30)는 실온부(26)에 구조적으로 지지된다. 제2 실린더(32)는 제2 냉각스테이지(34)를 제1 냉각스테이지(30)에 접속하고, 그로써 제2 냉각스테이지(34)는 제1 냉각스테이지(30)에 구조적으로 지지된다. 제1 실린더(28)와 제2 실린더(32)는 직경방향을 따라 동축(同軸)으로 뻗어 있으며, 실온부(26), 제1 실린더(28), 제1 냉각스테이지(30), 제2 실린더(32), 및 제2 냉각스테이지(34)는, 이 순서로 직선상으로 일렬로 나열된다.

[0019] 냉동기(14)가 2단식의 GM냉동기인 경우, 제1 실린더(28) 및 제2 실린더(32) 각각의 내부에는 제1 디스플레이서 및 제2 디스플레이서(도시하지 않음)가 왕복이동 가능하게 배치되어 있다. 제1 디스플레이서 및 제2 디스플레이서에는 각각 제1 축랭기 및 제2 축랭기(도시하지 않음)가 장착되어 있다. 또, 실온부(26)는, 제1 디스플레이서 및 제2 디스플레이서를 왕복이동시키기 위한 모터 등 구동기구(도시하지 않음)를 갖는다. 구동기구는, 냉동기(14)의 내부로의 작동기체(예를 들면 헬륨)의 공급과 배출을 주기적으로 반복하도록 작동기체의 유로를 전환하

는 유로전환기구를 포함한다.

[0020] 또, 크라이오펌프(10)는, 방사실드(36)와 크라이오패널(38)을 구비한다. 방사실드(36)는, 방사실드(36)는, 크라이오펌프(10)의 외부 또는 크라이오펌프용기(16)로부터의 복사열로부터 크라이오패널(38)을 보호하기 위한 극저온표면을 제공하기 위하여, 제1 냉각스테이지(30)에 열적으로 결합되어, 제1 냉각온도로 냉각된다.

[0021] 방사실드(36)는, 예를 들면 통형(筒型)의 형상을 갖고, 크라이오패널(38)과 제2 냉각스테이지(34)를 포위하도록 배치되어 있다. 크라이오펌프흡기구(17)측의 방사실드(36)의 단부는 개방되어 있고, 크라이오펌프(10)의 외부로부터 크라이오펌프흡기구(17)를 통하여 진입하는 기체를 방사실드(36) 내에 수용할 수 있다. 크라이오펌프흡기구(17)와 반대측의 방사실드(36)의 단부는 폐쇄되거나, 또는 개구를 갖거나, 또는 개방되어 있어도 된다. 방사실드(36)는 크라이오패널(38)과의 사이에 간극을 갖고 있어, 방사실드(36)는 크라이오패널(38)과 접촉되어 있지 않다. 방사실드(36)는 크라이오펌프용기(16)와도 접촉되어 있지 않다.

[0022] 크라이오펌프흡기구(17)에, 또는 크라이오펌프흡기구(17)와 크라이오패널(38)의 사이에는, 크라이오펌프(10)의 외부의 열원(예를 들면, 크라이오펌프(10)가 장착되는 진공챔버 내의 열원)으로부터의 복사열로부터 크라이오패널(38)을 보호하기 위하여, 입구배플(37)이 마련되어도 된다. 입구배플(37)은, 방사실드(36)의 개방단에 고정되고, 방사실드(36)를 개재하여 냉동기(14)의 제1 냉각스테이지(30)에 열적으로 결합되어도 된다. 혹은, 입구배플(37)은, 제1 냉각스테이지(30)에 장착되어도 된다. 입구배플(37)은 방사실드(36)와 동일온도로 냉각되며, 그 표면에 이른바 타입1가스(수증기 등의 비교적 고온에서 응축하는 기체)를 응축할 수 있다.

[0023] 크라이오패널(38)은, 타입2가스(예를 들면 아르곤, 질소 등의 비교적 저온에서 응축하는 기체)를 응축하는 극저온표면을 제공하기 위하여, 제2 냉각스테이지(34)에 열적으로 결합되어, 제2 냉각온도로 냉각된다. 또, 크라이오패널(38)에는, 타입3가스(예를 들면 수소 등의 비응축성 기체)를 흡착하기 위하여, 적어도 일부의 표면(예를 들면 크라이오펌프흡기구(17)와는 반대측의 표면)에 예를 들면 활성탄 또는 그 외의 흡착재가 배치되어 있다. 크라이오펌프(10)의 외부로부터 크라이오펌프흡기구(17)를 통하여 방사실드(36) 내에 진입하는 기체는 크라이오패널(38)에 응축 또는 흡착에 의하여 포착된다. 방사실드(36)나 크라이오패널(38)의 배치나 형상 등, 이들이 취할 수 있는 형태는, 다양한 공지의 구성을 적절히 채용할 수 있으므로, 여기에서는 상세하게 설명하지 않는다.

[0024] 크라이오펌프용기(16)는, 용기몸통(胴體)(16a)과 냉동기수용통(16b)을 갖는다. 크라이오펌프용기(16)는, 크라이오펌프(10)의 진공배기운전 중에 진공을 유지하여, 주위환경의 압력(예를 들면 대기압)에 견디도록 설계된 진공용기이다. 용기몸통(16a)은, 그 일단에 크라이오펌프흡기구(17)를 갖고, 타단이 폐쇄된 통형(筒型)의 형상을 갖는다. 용기몸통(16a)에는, 방사실드(36)가 수용되며, 상술한 바와 같이 방사실드(36) 내에는 크라이오패널(38)이 제2 냉각스테이지(34)와 함께 수용되어 있다. 냉동기수용통(16b)은, 일단이 용기몸통(16a)에 결합되고 타단이 냉동기(14)의 실온부(26)에 고정되어 있다. 냉동기수용통(16b)에는, 냉동기(14)가 삽입되며, 제1 실린더(28)가 수용되어 있다.

[0025] 이 실시형태에서는, 크라이오펌프(10)는, 냉동기(14)가 용기몸통(16a)의 측부에 마련된 이른바 가로형의 크라이오펌프이다. 용기몸통(16a)의 측부에는, 냉동기삽입구가 마련되며, 냉동기수용통(16b)은, 이 냉동기삽입구에서 용기몸통(16a)의 측부에 결합되어 있다. 동일하게, 용기몸통(16a)의 냉동기삽입구에 인접하여, 방사실드(36)의 측부에도 냉동기(14)를 통과시키는 구멍이 마련되어 있다. 이들 구멍을 통하여 냉동기(14)의 제2 실린더(32)와 제2 냉각스테이지(34)가 방사실드(36) 내에 삽입되며, 방사실드(36)는 그 측부의 구멍의 주위에서 제1 냉각스테이지(30)와 열적으로 결합되어 있다.

[0026] 크라이오펌프는, 사용되는 현장에서 다양한 자세로 설치될 수 있다. 일례로서, 크라이오펌프(10)는, 도시되는 옆을 향한 자세, 즉 크라이오펌프흡기구(17)를 상방을 향하게 한 자세로 설치될 수 있다. 이때, 용기몸통(16a)의 바닥부가 크라이오펌프흡기구(17)에 대하여 하방에 위치하고, 냉동기(14)는 수평방향으로 뻗어 있다.

[0027] 크라이오펌프(10)는, 제1 냉각스테이지(30)의 온도를 측정하기 위한 제1 온도센서(40)와, 제2 냉각스테이지(34)의 온도를 측정하기 위한 제2 온도센서(42)를 구비한다. 제1 온도센서(40)는, 제1 냉각스테이지(30)에 장착되어 있다. 제2 온도센서(42)는, 제2 냉각스테이지(34)에 장착되어 있다. 제1 온도센서(40)는, 방사실드(36)의 온도를 측정하여, 방사실드(36)의 측정온도를 나타내는 제1 측정온도신호를 출력할 수 있다. 제2 온도센서(42)는, 크라이오패널(38)의 온도를 측정하여, 크라이오패널(38)의 측정온도를 나타내는 제2 측정온도신호를 출력할 수 있다. 또, 크라이오펌프용기(16)의 내부에 압력센서(44)가 마련되어 있다. 압력센서(44)는 예를 들면, 냉동기수용통(16b)에 설치되고, 크라이오펌프용기(16)의 내압을 측정하여, 측정압력을 나타내는 측정압력신호를 출력할 수 있다.

[0028] 또, 크라이오펌프(10)는, 크라이오펌프(10)를 제어하는 컨트롤러(46)를 구비한다. 컨트롤러(46)는, 크라이오펌프(10)에 일체로 마련되어 있어도 되고, 크라이오펌프(10)와는 별체의 제어장치로서 구성되어 있어도 된다.

[0029] 컨트롤러(46)는, 크라이오펌프(10)의 진공배기운전에 있어서는, 방사실드(36) 및/또는 크라이오패널(38)의 냉각온도에 근거하여, 냉동기(14)를 제어해도 된다. 컨트롤러(46)는, 제1 온도센서(40)로부터의 제1 측정온도신호를 수신하도록 제1 온도센서(40)와 접속되며, 제2 온도센서(42)로부터의 제2 측정온도신호를 수신하도록 제2 온도센서(42)와 접속되어 있어도 된다.

[0030] 또, 컨트롤러(46)는, 크라이오펌프(10)의 재생컨트롤러로서 동작 가능하다. 컨트롤러(46)는, 크라이오펌프(10)의 재생운전에 있어서는, 크라이오펌프용기(16) 내의 압력에 근거하여(또는, 필요에 따라, 크라이오패널(38)의 온도 및 크라이오펌프용기(16) 내의 압력에 근거하여), 냉동기(14), 러프밸브(18), 보디퍼지밸브(20), 배출밸브(22), 배출퍼지밸브(24)를 제어해도 된다. 컨트롤러(46)는, 압력센서(44)로부터의 측정압력신호를 수신하도록 압력센서(44)와 접속되어 있어도 된다.

[0031] 컨트롤러(46)의 내부구성은, 하드웨어구성으로서는 컴퓨터의 CPU나 메모리를 비롯한 소자나 회로로 실현되고, 소프트웨어구성으로서는 컴퓨터프로그램 등에 의하여 실현되지만, 도면에서는 적절히, 그들의 연계에 의하여 실현되는 기능블록으로서 그려져 있다. 이들 기능블록은 하드웨어, 소프트웨어의 조합에 의하여 다양한 형태로 실현할 수 있는 것은, 당업자에게는 이해되는 바이다.

[0032] 예를 들면, 컨트롤러(46)는, CPU(Central Processing Unit), 마이크로컴퓨터 등의 프로세서(하드웨어)와, 프로세서(하드웨어)가 실행하는 소프트웨어프로그램의 조합으로 실장할 수 있다. 소프트웨어프로그램은, 크라이오펌프(10)의 재생을 컨트롤러(46)에 실행시키기 위한 컴퓨터프로그램이어도 된다.

[0033] 러프밸브(18)는, 크라이오펌프용기(16), 예를 들면 냉동기수용통(16b)에 설치되어 있다. 러프밸브(18)는, 크라이오펌프(10)의 외부에 설치된 러프펌프(도시하지 않음)에 접속된다. 러프펌프는, 크라이오펌프(10)를 그 동작개시압력까지 진공배기를 하기 위한 진공펌프이다. 컨트롤러(46)의 제어에 의하여 러프밸브(18)가 개방될 때 크라이오펌프용기(16)가 러프펌프에 연통되고, 러프밸브(18)가 폐쇄될 때 크라이오펌프용기(16)가 러프펌프로부터 차단된다. 러프밸브(18)를 개방하고 또한 러프펌프를 동작시킴으로써, 크라이오펌프(10)를 감압할 수 있다.

[0034] 보디퍼지밸브(20)는, 크라이오펌프용기(16), 예를 들면 용기몸통(16a)에 설치되어 있다. 보디퍼지밸브(20)는, 크라이오펌프(10)의 외부에 설치된 퍼지가스원(48) 또는 퍼지가스공급장치에 접속된다. 컨트롤러(46)의 제어에 의하여 보디퍼지밸브(20)가 개방될 때 퍼지가스가 퍼지가스원(48)으로부터 크라이오펌프용기(16)에 공급되고, 보디퍼지밸브(20)가 폐쇄될 때 크라이오펌프용기(16)로의 퍼지가스공급이 차단된다. 보디퍼지밸브(20)를 개방하여 퍼지가스를 크라이오펌프용기(16)에 도입함으로써, 크라이오펌프(10)를 승압할 수 있다. 또, 크라이오펌프(10)를 극저온으로부터 실온 또는 그보다 높은 온도로 승온할 수 있다.

[0035] 퍼지가스는 예를 들면 질소가스, 또는 그 외의 건조한 가스여도 되고, 퍼지가스의 온도는, 예를 들면 실온(0℃보다 높고, 예를 들면 15℃~30℃)으로 조정되거나, 또는 실온보다 고온(예를 들면 50℃ 이하 또는 80℃ 이하)으로 가열되어 있어도 된다.

[0036] 배출밸브(22)는, 크라이오펌프용기(16), 예를 들면 냉동기수용통(16b)에 설치되어 있다. 배출밸브(22)는, 크라이오펌프(10)의 내부로부터 외부로 유체를 배출하기 위하여, 크라이오펌프용기(16)의 출구로서 마련되어 있다. 배출밸브(22)는, 후술하는 배출라인(50)으로의 입구이기도 하다. 컨트롤러(46)의 제어에 의하여 배출밸브(22)가 개방될 때 크라이오펌프용기(16)로부터 유체가 배출되고, 배출밸브(22)가 폐쇄될 때 크라이오펌프용기(16)로부터의 유체배출이 차단된다. 배출밸브(22)로부터 배출되는 유체는 기본적으로는 가스이지만, 액체 또는 기액(氣液)의 혼합물이어도 된다. 배출밸브(22)는, 예를 들면 상폐형(常閉型)의 제어밸브여도 된다. 또한, 배출밸브(22)는, 벤트밸브 또는 안전밸브로서 기능해도 되고, 소정의 차압이 작용했을 때에 기계적으로 개방되도록 구성되어도 된다. 그 경우, 크라이오펌프 내부가 어떠한 이유에서 고압으로 되었을 때에 제어를 필요로 하지 않고 배출밸브(22)는 기계적으로 개방된다. 그로써 내부의 고압을 배출라인(50)으로 빼낼 수 있다.

[0037] 배출퍼지밸브(24)는, 배출라인(50)에 퍼지가스를 공급하기 위하여 마련되어 있다. 배출밸브(22)와 배출퍼지밸브(24)가 따로따로 마련되고, 배출퍼지밸브(24)가 배출밸브(22)의 하류에 배관으로 접속되어도 된다. 혹은, 배출퍼지밸브(24)는, 배출밸브(22) 또는 그 하류에 퍼지가스를 공급하도록 배출밸브(22)와 일체로 마련되어도 된다. 배출퍼지밸브(24)는, 크라이오펌프용기(16), 예를 들면 냉동기수용통(16b)에 설치되어도 된다. 배출퍼지밸브(24)는, 퍼지가스원(48) 또는 다른 퍼지가스원에 접속된다. 컨트롤러(46)의 제어에 의하여 배출퍼지밸브(24)가 개방될 때 퍼지가스가 퍼지가스원(48)으로부터 배출라인(50)으로 공급되고, 배출퍼지밸브(24)가 폐쇄될 때 배출

라인(50)으로의 퍼지가스공급이 차단된다.

[0038] 배출라인(50)은, 배출유체를 크라이오펌프(10)로부터 처리장치(60)에 배출하기 위하여 마련되며, 그 상류단에서 배출밸브(22) 및 배출퍼지밸브(24)에 접속되고, 하류단에서 처리장치(60)에 접속된다.

[0039] 처리장치(60)는 예를 들면, 배출유체에 포함되는 위험가스(예를 들면 수소가스, 또는 폭발성을 갖는 다른 가스, 또는 부식성 또는 유독성을 갖는 다른 가스)를 처리하여 무해한 가스를 생성하는 제해장치여도 되고, 또는 위험가스를 처리하여 그 위험성을 저감하는 처리장치여도 된다. 이러한 처리장치(60)로서는, 공지의 제해장치 또는 처리장치를 적절히 채용할 수 있으므로, 여기에서는 그 상세는 설명하지 않는다.

[0040] 배출라인(50)은, 배출퍼지밸브(24)에 대하여 처리장치(60)측에 (추가의) 퍼지가스수용포트(52)를 구비한다. 퍼지가스수용포트(52)는, 배출라인(50)의 하류단에 해당하며, 처리장치(60)에 접속된다. 도시되는 바와 같이, 퍼지가스수용포트(52)는, 처리장치(60)에 인접하고 있어도 된다. 혹은, 퍼지가스수용포트(52)와 처리장치(60)는 인접하고 있지 않아도 되며, 퍼지가스수용포트(52)는, 배출라인(50)에 포함되는 다른 기기를 통하여 처리장치(60)에 접속되어도 된다.

[0041] 이 퍼지가스수용포트(52)에는, 추가의 배출퍼지밸브(54)가 접속되어도 된다. 추가의 배출퍼지밸브(54)는, 퍼지가스원(48) 또는 다른 퍼지가스원에 접속되어도 된다. 배출퍼지밸브(54)는, 크라이오펌프(10)의 일부를 구성해도 되고, 컨트롤러(46)에 의하여 제어되어도 된다. 배출퍼지밸브(54)가 개방될 때 퍼지가스가 퍼지가스원(48)으로부터 배출라인(50)에 공급되고, 배출퍼지밸브(54)가 폐쇄될 때 배출라인(50)으로의 퍼지가스공급이 차단된다.

[0042] 따라서, 배출퍼지밸브(24)는, 배출라인(50)의 상류측(배출밸브(22)측)에서 배출라인(50)에 퍼지가스를 공급하고, 추가의 배출퍼지밸브(54)는, 배출라인(50)의 하류측(배출밸브(22)측)에서 배출라인(50)에 퍼지가스를 공급한다. 보디퍼지밸브(20)는, 크라이오펌프용기(16)의 용기몸통(16a)에 퍼지가스를 공급하는 "보디퍼지"를 가능하게 하고, 배출퍼지밸브(24)는, 배출라인(50)의 상류단에 퍼지가스를 공급하는 "상류퍼지"를 가능하게 하며, 추가의 배출퍼지밸브(54)는, 배출라인(50)의 하류단에 퍼지가스를 공급하는 "하류퍼지"를 가능하게 한다.

[0043] 보디퍼지, 상류퍼지, 하류퍼지 각각의 유량은, 예를 들면, 매분 20L 이상 매분 100L의 범위로부터 선택되어도 된다. 보디퍼지, 상류퍼지, 하류퍼지의 유량은, 동등해도 되고, 혹은 서로 상이해도 된다. 후술과 같이, 상류퍼지(또는 보디퍼지)의 유량에 비하여, 하류퍼지의 유량이 커도 된다.

[0044] 후술과 같이, 퍼지가스수용포트(52)에는 다른 크라이오펌프(10)의 배출밸브(22) 및 배출퍼지밸브(24)가 접속되어도 되고, 배출라인(50)의 하류퍼지는, 다른 크라이오펌프(10)로부터의 퍼지가스의 공급에 의하여 행해져도 된다.

[0045] 배출라인(50)은, 버퍼용적(56)을 갖고, 크라이오펌프용기(16)로부터의 배출유체는, 배출밸브(22)로부터 버퍼용적(56)을 통과하여 처리장치(60)에 유입된다. 배출퍼지밸브(24)는, 버퍼용적(56)에 대하여 배출라인(50)의 상류측에 퍼지가스를 공급하고, 추가의 배출퍼지밸브(54)는, 버퍼용적(56)에 대하여 배출라인(50)의 하류측에 퍼지가스를 공급한다.

[0046] 배출라인(50)에 버퍼용적(56)을 마련하는 것은, 후술과 같이 배출라인(50)에 있어서의 위험가스의 농도피크를 억제하는 데 유리하다. 버퍼용적(56)은, 예를 들면 1L(리터) 또는 그것보다 커도 되고, 또는 3L 또는 그것보다 커도 된다. 스페이스 절약의 관점에서 버퍼용적(56)은, 예를 들면 30L 이하, 또는 10L 이하의 용적이어도 된다. 버퍼용적(56)은, 배출라인(50)을 구성하는 배관, 즉 배출밸브(22)를 처리장치(60)에 접속하는 배관의 용적이어도 된다. 혹은, 버퍼용적(56)에 대용적이 요망되는 경우에는, 버퍼용적(56)은, 배출라인(50)을 구성하는 배관과 이 배관에 접속되는 버퍼탱크에 의하여 구성되어도 된다. 배관은, 플렉시블관 또는 리지드관이어도 된다.

[0047] 크라이오펌프(10)의 진공배기운전이 계속됨으로써 크라이오펌프(10)에는 기체가 축적되어 간다. 축적된 기체를 외부로 배출하기 위하여, 크라이오펌프(10)의 재생이 행해진다. 크라이오펌프(10)의 재생은 일반적으로, 승온공정, 배출공정, 및 쿨다운공정을 포함한다.

[0048] 승온공정은, 크라이오펌프(10)에 포착되어 있는 가스 중 위험가스의 융점 또는 그것을 초과하는 온도로 크라이오펌프(10)를 승온하는 것과, 크라이오펌프(10)를 재생온도까지 더 승온하는 것을 포함한다. 위험가스는 전형적으로, 예를 들면 타입2가스 또는 타입3가스이며, 위험가스의 융점은, 예를 들면 100K 이하이다. 재생온도는, 예를 들면 실온 또는 그보다 높은 온도이다. 따라서, 대부분의 경우 위험가스는, 승온공정의 전반(前半), 특히 개시직후에 재기화되어 크라이오펌프(10)로부터 배출되어 처리장치(60)에 유입된다. 위험가스는 승온공정에서 크라이오펌프(10)로부터 제거된다.

[0049] 승온을 위한 열원은, 예를 들면, 냉동기(14)이다. 냉동기(14)는, 승온운전(이른바 역전승온)을 가능하게 한다. 즉, 냉동기(14)는, 실온부(26)에 마련된 구동기구가 냉각운전과는 역방향으로 동작할 때 작동기체에 단열압축이 발생하도록 구성되어 있다. 이렇게 하여 얻어지는 압축열로 냉동기(14)는 제1 냉각스테이지(30) 및 제2 냉각스테이지(34)를 가열한다. 방사실드(36)와 크라이오패널(38)은 각각 제1 냉각스테이지(30) 및 제2 냉각스테이지(34)를 열원으로 하여 가열된다. 또, 보디퍼지밸브(20)로부터 크라이오펌프용기(16) 내에 공급되는 퍼지가스도 크라이오펌프(10)의 승온에 기여한다. 혹은, 크라이오펌프(10)에는, 예를 들면 전기히터 등의 가열장치가 마련되어도 된다. 예를 들면, 냉동기(14)의 운전으로부터 독립적으로 제어 가능한 전기히터가 냉동기(14)의 제1 냉각스테이지(30) 및/또는 제2 냉각스테이지(34)에 장착되어 있어도 된다.

[0050] 배출공정에 있어서는 크라이오펌프(10)에 포착된 기체가 재기화 또는 액화되어, 기체, 액체 또는 기액의 혼합물로서, 배출라인(50)을 통하여, 또는 러프밸브(18)를 통하여 배출된다. 타입2가스 및 타입3가스는 이미 승온공정에서 크라이오펌프(10)로부터 용이하게 배출될 수 있으므로, 배출공정은 주로 타입1가스를 배출하기 위한 공정이다. 배출공정이 완료되면, 쿨다운공정이 개시된다. 쿨다운공정에 있어서는 크라이오펌프(10)가 진공배기운전을 위한 극저온으로 재냉각된다. 이렇게 하여 재생이 완료되면, 크라이오펌프(10)는 다시 진공배기운전을 시작할 수 있다.

[0051] 그런데, 크라이오펌프(10)의 주된 용도 중 하나에 이온주입장치의 진공배기가 있다. 이 경우, 크라이오펌프(10)에는 수소가스가 저장된다. 크라이오패널(38)에 포착되어 있던 수소가스는, 재생 중, 특히 재생(승온공정)의 개시직후에 한꺼번에 재기화될 수 있다. 수소가스는 크라이오펌프용기(16) 내에서 보디퍼지에 의하여 희석되지만, 그래도, 크라이오펌프용기(16)로부터 배출라인(50)을 처리장치(60)로 흐르는 배출유체는 일시적으로 상당히 높은 농도로 수소가스를 함유할 수 있다. 고농도의 수소가스에는 폭발 또는 연소의 리스크가 있기 때문에, 크라이오펌프(10) 및 배출라인(50)의 안전 관리상, 배출유체에 있어서의 수소가스의 농도피크를 가능한 한 낮게 억제하는 것이 바람직하다.

[0052] 도 3의 (a) 내지 도 3의 (c)는, 실시형태에 관하여, 크라이오펌프(10)로부터의 배출유체에 있어서의 수소가스의 농도변화를 나타내는 그래프이다. 각 도면에는, 배출라인(50)의 퍼지가스수용포트(52)에서의 배출유체, 즉 처리장치(60)에 유입되는 배출유체에 있어서의 수소가스농도를 발명자가 계산한 결과가 나타난다. 각 도면에서 세로축은 수소가스의 농도(%)를 나타내고, 가로축은 재생개시시점으로부터의 경과시간(분)을 나타낸다.

[0053] 계산의 조건은 다음과 같다. 크라이오펌프(10)(즉 크라이오펌프용기(16))의 용적을 30L로 하고, 크라이오펌프용기(16) 내의 수소가스의 초기농도를 60%(크라이오펌프(10)의 수소가스최대흡장량에 상당한다)로 한다. 또, 보디퍼지의 유량(보디퍼지밸브(20)로부터 크라이오펌프용기(16)에 공급되는 퍼지가스유량)을 매분 20L로 하고, 상류퍼지의 유량(배출퍼지밸브(24)로부터 배출라인(50)의 상류에 공급되는 퍼지가스유량)을 매분 20L로 하며, 하류퍼지는 매분 0L로 한다(즉 하류퍼지는 행하지 않는다). 이들 조건은, 도 3의 (a) 내지 도 3의 (c)의 계산에 공통이다. 버퍼용적(56)의 크기에 대해서는 상이하며, 도 3의 (a)에서는 버퍼용적(56)을 1L로 하고, 도 3의 (b)에서는 버퍼용적(56)을 3L로 하며, 도 3의 (c)에서는 버퍼용적(56)을 30L로 하고 있다.

[0054] 재생(승온공정)이 개시되면, 컨트롤러(46)에 의하여 보디퍼지밸브(20), 배출밸브(22), 배출퍼지밸브(24)가 동시에 개방된다. 이 재생개시시점에서는 퍼지가스수용포트(52)에서의 수소가스농도는, 도시되는 바와 같이, 0%이다. 보디퍼지 및 상류퍼지와 함께 크라이오펌프용기(16)로부터 배출라인(50)의 하류로 배출유체가 운반됨으로써, 퍼지가스수용포트(52)에서의 수소가스농도가 일시적으로 높아져, 농도는 피크에 도달한다. 그 후, 배출유체가 처리장치(60)에 유입됨에 따라, 퍼지가스수용포트(52)에서의 수소가스농도는 다시 0%로 서서히 저하해 간다. 이러한 농도변화의 경향은, 도 3의 (a)로부터 도 3의 (c)에 나타나는 바와 같이, 버퍼용적(56)의 크기에 관계없이 공통이다.

[0055] 보디퍼지와 동일유량의 상류퍼지의 효과에 의하여, 버퍼용적(56)의 상류에서의 배출유체의 수소가스농도피크는, 초기농도의 절반(즉 30%)이 될 것으로 추정된다. 거기에서 버퍼용적(56)에 유입되는 배출유체와 버퍼용적(56)을 당초 채우고 있는 퍼지가스가 혼합됨으로써, 버퍼용적(56)의 하류 즉 퍼지가스수용포트(52)에서의 수소가스농도피크는, 버퍼용적(56)의 용적에 따라 더 어느 정도 하락할 것이 기대된다.

[0056] 도 3의 (a) 내지 도 3의 (c)에 나타나는 수소가스농도피크를 비교함으로써, 버퍼용적(56)의 효과를 명확하게 할 수 있다. 실제로, 도 3의 (a)에 나타나는 바와 같이, 버퍼용적(56)을 1L로 하는 경우, 수소가스농도피크는 28.0%가 된다. 도 3의 (b)에 나타나는 바와 같이, 버퍼용적(56)을 3L로 하는 경우, 수소가스농도피크는 25.6%가 된다. 도 3의 (c)에 나타나는 바와 같이, 버퍼용적(56)을 30L로 하는 경우, 수소가스농도피크는 15.0%가 된다.

이와 같이, 버퍼용적(56)이 클수록, 배출유체의 수소가스농도피크를 낮출 수 있다.

[0057] 도 4의 (a) 내지 도 4의 (c)는, 실시형태에 관하여, 크라이오펌프(10)로부터의 배출유체에 있어서의 수소가스의 농도변화를 나타내는 그래프이다. 각 도면에는, 도 3의 (a) 내지 도 3의 (c)와 동일하게, 배출라인(50)의 퍼지가스수용포트(52)에서의 배출유체에 있어서의 수소가스농도의 발명자에 의한 계산결과가 나타난다. 각 도면에서 세로축은 수소가스의 농도(%)를 나타내고, 가로축은 재생개시시점으로부터의 경과시간(분)을 나타낸다.

[0058] 계산의 조건은 다음과 같다. 크라이오펌프(10)(즉 크라이오펌프용기(16))의 용적을 30L로 하고, 크라이오펌프용기(16) 내의 수소가스의 초기농도를 60%로 한다. 또, 버퍼용적(56)은 30L로 한다. 이들 조건은, 도 4의 (a) 내지 도 4의 (c)의 계산에 공통이다. 상이한 것은 퍼지유량이다. 도 4의 (a)에서는, 보디퍼지에 매분 40L의 유량이 추가되고, 보디퍼지가 매분 60L, 상류퍼지가 매분 20L이며, 하류퍼지는 행하지 않는다. 도 4의 (b)에서는, 상류퍼지에 매분 40L의 유량이 추가되고, 보디퍼지가 매분 20L, 상류퍼지가 매분 60L이며, 하류퍼지는 행하지 않는다. 도 4의 (c)에서는, 하류퍼지가 행해지고, 보디퍼지가 매분 20L, 상류퍼지가 매분 20L, 하류퍼지가 매분 40L이다.

[0059] 재생(승온공정)이 개시되면, 컨트롤러(46)에 의하여 보디퍼지밸브(20), 배출밸브(22), 배출퍼지밸브(24), (하류퍼지가 행해지는 경우) 추가의 배출퍼지밸브(54)가 동시에 개방된다. 퍼지가스수용포트(52)에서의 수소가스농도의 변화의 경향은, 당초 0%로부터 일시적으로 높아져 농도피크에 도달하고, 그 후 다시 0%로 서서히 저하해 간다. 이것은 도 4의 (a) 내지 도 4의 (c)에 공통이다.

[0060] 도 3의 (c) 및 도 4의 (a) 내지 도 4의 (c)에 나타나는 수소가스농도피크를 비교함으로써, 퍼지가스의 공급장소의 차이의 효과를 명확하게 할 수 있다. 도 4의 (a)에 나타나는 바와 같이, 보디퍼지를 매분 60L로 하는 경우, 퍼지가스수용포트(52)에서의 수소가스농도피크는 19.0%가 된다. 도 4의 (a)와 도 3의 (c)를 대비하면, 보디퍼지를 매분 20L로부터 매분 60L로 증가함으로써, 퍼지가스수용포트(52)에서의 수소가스농도피크가 15%에서 19%로 증가하고 있다. 이것은, 보디퍼지의 유량증가에 따라, 수소가스를 함유하는 배출유체가 크라이오펌프용기(16)로부터 배출라인(50)으로, 보다 급속하게 밀려나가도록 배출되었기 때문에, 농도피크가 높아지는 결과로 된 것으로 생각된다.

[0061] 도 4의 (b)에 나타나는 바와 같이, 상류퍼지를 매분 60L로 하는 경우, 퍼지가스수용포트(52)에서의 수소가스농도피크는 9.5%가 된다. 도 4의 (b)와 도 3의 (c)를 대비하면, 상류퍼지를 매분 20L로부터 매분 60L로 증가함으로써, 퍼지가스수용포트(52)에서의 수소가스농도피크가 15%에서 9.5%로 감소하고 있다. 따라서, 상류퍼지의 유량증가는, 수소가스농도피크의 억제에 유효하다.

[0062] 도 4의 (c)에 나타나는 바와 같이, 하류퍼지를 매분 40L로 하는 경우, 퍼지가스수용포트(52)에서의 수소가스농도피크는 7.5%가 된다. 도 4의 (c)와 도 3의 (c)를 대비하면, 하류퍼지를 새로 추가함으로써, 퍼지가스수용포트(52)에서의 수소가스농도피크가 15%에서 7.5%로 감소하고 있다. 도 4의 (b)에 나타나는 상류퍼지의 유량증가와 비교해도, 수소가스농도피크가 저하하고 있다. 따라서, 하류퍼지는, 수소가스농도피크의 억제에 가장 유효하다. 배출라인(50)의 가능한 한 하류측(처리장치(60)측)에서 퍼지가스를 공급하는 것이 수소가스농도피크의 저하에 기여한다고 생각된다.

[0063] 다음으로, 보디퍼지, 상류퍼지, 하류퍼지의 유량비에 주목한다. 발명자의 검토에 의하면, 크라이오펌프용적과 버퍼용적을 일정하게 하면, 퍼지가스수용포트(52)에서의 수소가스농도피크는, 보디퍼지, 상류퍼지, 하류퍼지의 유량비에 따라 정해진다. 보디퍼지, 상류퍼지, 하류퍼지의 유량의 크기 그 자체는, 배출의 소요시간(재생개시로부터 수소가스농도가 다시 0%로 될 때까지의 시간)에 영향을 주지만, 퍼지가스수용포트(52)에서의 수소가스농도피크에는 영향을 주지 않는다.

[0064] 이 사실에 근거하면, 보디퍼지(또는 상류퍼지)의 유량에 비하여, 하류퍼지의 유량을 크게 하는 것은, 배출라인(50)의 퍼지가스수용포트(52)에서의 배출유체, 즉 처리장치(60)에 유입되는 배출유체에 있어서의 수소가스농도의 피크를 억제하기 위하여 유효하다. 또, 보디퍼지와 상류퍼지의 합계유량에 비하여, 하류퍼지의 유량을 크게 해도 된다. 이와 같이 해도, 처리장치(60)에 유입되는 배출유체에 있어서의 수소가스농도의 피크를 억제할 수 있다.

[0065] 알려져 있는 바와 같이, 수소가스농도가 4% 이하인 경우, 수소가스는 연소하지 않는다. 따라서, 퍼지가스수용포트(52)에서의 수소가스농도피크를 4% 이하로 억제하는 것이, 안전상 유익하다.

[0066] 그래서, 수소가스농도피크를 4% 이하로 하는 예시적인 조건을 고찰하면, 예를 들면, 도 3의 (b)의 조건(크라이오펌프용적이 30L, 버퍼용적이 3L, 수소가스초기농도가 60%, 보디퍼지와 상류퍼지의 유량이 각각 매분 20L)하에

서, 보디퍼지, 상류퍼지, 하류퍼지의 유량비를 1:1:11로 할 때(즉 하류퍼지는 매분 220L), 퍼지가스수용포트(52)에서의 수소가스농도피크를 3.9%로 할 수 있다.

[0067] 크라이오펌프(10)에 저장하는 수소가스양을 억제함으로써, 재생 시의 수소가스농도피크를 억제할 수 있다. 예를 들면, 도 3의 (b)의 조건하에서, 수소가스초기농도를 13%로 할 때(크라이오펌프(10)의 수소가스흡장량을 최댓값의 22%(=13/60*100)로 할 때), 보디퍼지, 상류퍼지, 하류퍼지의 유량비를 1:1:1로 함으로써, 퍼지가스수용포트(52)에서의 수소가스농도피크를 3.7%로 할 수 있다.

[0068] 또, 도 3의 (c)의 조건(크라이오펌프용적이 30L, 버퍼용적이 30L, 수소가스초기농도가 60%, 보디퍼지와 상류퍼지의 유량이 각각 매분 20L)하에서, 보디퍼지, 상류퍼지, 하류퍼지의 유량비를 1:1:6으로 할 때(즉 하류퍼지는 매분 120L), 퍼지가스수용포트(52)에서의 수소가스농도피크를 3.8%로 할 수 있다. 이 경우에 있어서 수소가스초기농도를 23%로 할 때, 보디퍼지, 상류퍼지, 하류퍼지의 유량비를 1:1:1로 함으로써, 퍼지가스수용포트(52)에서의 수소가스농도피크를 3.8%로 할 수 있다.

[0069] 따라서, 버퍼용적(56)이 비교적 작은 경우(10L 미만, 예를 들면 3L), 하류퍼지의 유량은, 보디퍼지(또는 상류퍼지)의 유량의 1배부터 11배의 범위로부터 선택되어도 된다. 한편, 버퍼용적(56)이 비교적 큰 경우(예를 들면, 10L 이상 30L 이하), 하류퍼지의 유량은, 보디퍼지(또는 상류퍼지)의 유량의 1배부터 6배의 범위로부터 선택되어도 된다. 이와 같이 하면, 퍼지가스수용포트(52)에서의 수소가스농도피크를 대략 4% 이하로 억제할 수 있는 것으로 기대된다.

[0070] 이상 설명한 바와 같이, 이 실시형태에 의하면, 배출라인(50)이 버퍼용적(56)을 가짐으로써, 크라이오펌프(10)로부터 배출되어 처리장치(60)에 유입되는 위험가스를 효율적으로 희석하여, 위험가스의 농도피크를 억제할 수 있다. 또, 이 실시형태에 의하면, 배출라인(50)에 하류퍼지를 적용함으로써, 처리장치(60)에 유입되는 위험가스를 효율적으로 희석하여, 위험가스의 농도피크를 억제할 수 있다. 보디퍼지(또는 상류퍼지)만을 사용하는 경우에 비하여, 퍼지가스의 소비량을 억제할 수 있다.

[0071] 상술한 설명에서는, 수소가스를 예로 들고 있지만, 위험가스는 전형적으로 타입2가스 또는 타입3가스이며, 배출라인(50)에 있어서의 농도변화는 수소가스와 동일해진다. 따라서, 다른 위험가스에 대해서도, 버퍼용적(56)과 하류퍼지는, 처리장치(60)에 유입되는 위험가스를 효율적으로 희석하여, 위험가스의 농도피크를 억제하기 위하여 유효하다.

[0072] 도 5는, 다른 실시형태에 관한 크라이오펌프시스템을 모식적으로 나타낸다. 도 5에 나타나는 크라이오펌프시스템은, 도 1 및 도 2에 나타나는 크라이오펌프시스템과는 달리, 복수(이 예에서는 3대)의 크라이오펌프(10)를 구비한다. 이들 복수의 크라이오펌프(10)는, 배출라인(50)에 의하여 공통의 처리장치(60)에 접속된다. 이하의 설명에서, 복수의 크라이오펌프(10)를 구별할 필요가 있을 때는, 크라이오펌프(10a, 10b, 10c)로 표기하는 경우가 있다.

[0073] 각 크라이오펌프(10)는, 러프밸브(18)와, 보디퍼지밸브(20)와, 배출밸브(22)와, 배출퍼지밸브(24)를 구비하고, 이들은 각 크라이오펌프의 크라이오펌프용기(16)에 설치되어 있다. 크라이오펌프시스템에는, 복수의 크라이오펌프(10)를 제어하는 컨트롤러(46)가 마련되고, 컨트롤러(46)는, 복수의 크라이오펌프(10)의 재생 중에 각 크라이오펌프(10)의 상술한 각 밸브를 제어하는 재생컨트롤러로서 동작 가능하다. 도 5에 나타나는 크라이오펌프(10)의 구성은, 도 1 및 도 2에 나타나는 크라이오펌프(10)와 동일해도 되고, 동일한 구성요소의 설명은 중복을 피하기 위하여 생략한다.

[0074] 배출라인(50)은, 배출유체를 복수의 크라이오펌프(10)로부터 처리장치(60)로 배출하기 위하여 마련되어 있다. 배출라인(50)은, 복수의 지로(50a)와, 복수의 지로(50a)를 처리장치(60)에 접속하는 합류로(50b)를 구비한다. 각 지로(50a)는, 상류단에서, 대응하는 크라이오펌프(10)의 배출밸브(22) 및 배출퍼지밸브에 접속되고, 하류단에서 합류로(50b)에 접속된다.

[0075] 각 지로(50a)는, 대응하는 크라이오펌프(10)의 배출밸브(22)를 합류로(50b)에 접속하는 버퍼용적(56)을 구비한다. 각 지로(50a)의 버퍼용적(56)은 상술과 같이, 1리터부터 30리터의 범위 내에 있어도 된다. 각 크라이오펌프(10)의 배출퍼지밸브(24)가, 버퍼용적(56)에 대하여 상류측(배출밸브(22)측)에서 지로(50a)에 접속된다. 각 크라이오펌프(10)의 크라이오펌프용기(16)로부터의 배출유체는, 각 크라이오펌프(10)의 배출밸브(22)로부터 배출라인(50)의 각 지로(50a)의 버퍼용적(56)을 통과하고 합류로(50b)에서 합류하여, 처리장치(60)에 유입된다.

[0076] 각 크라이오펌프(10)의 보디퍼지밸브(20)는, 당해 크라이오펌프(10)의 보디퍼지를 가능하게 한다. 각 크라이오펌프(10)의 배출퍼지밸브(24)는, 버퍼용적(56)에 대하여 배출라인(50)의 상류측에 퍼지가스를 공급하여, 당해

크라이오펌프(10)의 상류퍼지를 가능하게 한다. 또, 배출밸브(22)를 개방함으로써, 보디퍼지밸브(20)로부터의 보디퍼지를 상류퍼지로서 이용할 수도 있다.

[0077] 배출라인(50)의 합류로(50b)는, 상술한 실시형태에 있어서의 퍼지가스수용포트(52)에 상당한다. 또, 어떤 크라이오펌프(10)(예를 들면 제1 크라이오펌프(10a))에 있어서, 다른 크라이오펌프(10)(예를 들면 제2 크라이오펌프(10b) 또는 제3 크라이오펌프(10c))의 배출밸브(22) 또는 배출퍼지밸브(24)가, 상술한 실시형태에 있어서의 추가의 배출퍼지밸브(54)에 상당한다. 따라서, 어떤 크라이오펌프(10)(예를 들면 제1 크라이오펌프(10a))의 하류퍼지는, 다른 크라이오펌프(10)(예를 들면 제2 크라이오펌프(10b) 또는 제3 크라이오펌프(10c))의 보디퍼지 또는 상류퍼지를 합류로(50b)로부터 당해 어떤 크라이오펌프(10)(예를 들면 제1 크라이오펌프(10a))의 지로(50a)에 수용함으로써 가능해진다.

[0078] 다만, 크라이오펌프시스템에는, 배출라인(50)과는 별도로, 러프펌핑라인(58)이 마련되어 있다. 러프펌핑라인(58)은, 각 크라이오펌프(10)의 러프밸브(18)를 공통의 러핑펌프(59)에 접속한다. 복수의 크라이오펌프(10)는, 각 크라이오펌프(10)의 러프밸브(18) 및 러프펌핑라인(58)을 통하여, 러핑펌프(59)에 의하여 러프펌핑된다.

[0079] 이 구성에 의하면, 크라이오펌프시스템이 갖는 크라이오펌프(10)의 대수에 의존하지만, 대유량의 하류퍼지를 실현하는 것이 용이해진다. 예를 들면, 제1 크라이오펌프(10a)의 하류퍼지를 위하여, 제2 크라이오펌프(10b)와 제3 크라이오펌프(10c)로부터의 합계의 퍼지가스유량을 이용할 수 있다.

[0080] 단, 이 경우, 어떤 크라이오펌프(10)(예를 들면 제1 크라이오펌프(10a))에 하류퍼지로서 다른 크라이오펌프(예를 들면 제2 크라이오펌프(10b) 또는 제3 크라이오펌프(10c))로부터 유입되는 가스에 이 다른 크라이오펌프로부터 배출된 위험가스가 함유되는 것은 바람직하지 않다.

[0081] 그래서, 복수의 크라이오펌프(10)를 동시에 재생하는 경우에 있어서, 어떤 크라이오펌프(10)의 재생개시가 나머지의 크라이오펌프(10)보다 우선되어도 된다. 바꾸어 말하면, 최초에 재생을 개시하는 크라이오펌프(10)에 대하여 나머지의 크라이오펌프(10)의 재생개시가 지연되어도 된다. 지연시간은, 예를 들면 몇 분(예를 들면 2분 내지 10분)이어도 된다.

[0082] 따라서, 컨트롤러(46)는, 어떤 크라이오펌프(10)로부터 배출유체를 처리장치(60)에 배출하도록 어떤 크라이오펌프(10)를 제어함과 함께, 다른 크라이오펌프(10)로부터 퍼지가스를 배출라인(50)의 합류로(50b)에 공급하도록 다른 크라이오펌프(10)를 제어하도록 구성되어도 된다. 컨트롤러(46)는, 어떤 크라이오펌프(10)로부터 배출유체를 처리장치(60)에 배출하기 위하여, 어떤 크라이오펌프(10)의 보디퍼지밸브(20)를 개방하도록 구성되어도 된다. 컨트롤러(46)는, 다른 크라이오펌프(10)로부터 퍼지가스를 배출라인(50)의 합류로(50b)에 공급하기 위하여, 다른 크라이오펌프(10)의 배출퍼지밸브(24)를 개방하도록 구성되어도 된다.

[0083] 이와 같이 하면, 먼저 제1 크라이오펌프(10a)의 재생(승온공정)이 개시되고, 제1 크라이오펌프(10a)의 보디퍼지를 이용하여 제1 크라이오펌프(10a)로부터 배출유체가 배출라인(50)에 배출된다. 나머지의 제2 크라이오펌프(10b) 및 제3 크라이오펌프(10c)의 배출퍼지밸브(24)가 개방되고, 제1 크라이오펌프(10a)는, 이들 2대의 크라이오펌프(10b, 10c)로부터의 퍼지가스를 하류퍼지로서 이용하여, 처리장치(60)에 유입되는 배출유체를 효율적으로 희석할 수 있다.

[0084] 이렇게 하여 제1 크라이오펌프(10a)로부터 위험가스가 배출된 후, 나머지의 크라이오펌프(10) 중 어느 하나(예를 들면 제2 크라이오펌프(10b))의 재생(승온공정)이 개시된다. 제1 크라이오펌프(10a)의 보디퍼지 및 상류퍼지는, 제2 크라이오펌프(10b)를 위한 하류퍼지로서 이용할 수 있다. 제3 크라이오펌프(10c)의 상류퍼지도 제2 크라이오펌프(10b)를 위한 하류퍼지로서 계속 이용할 수 있다.

[0085] 그리고, 제2 크라이오펌프(10b)로부터 위험가스가 배출된 후, 제3 크라이오펌프(10c)의 재생(승온공정)이 개시된다. 제1 크라이오펌프(10a) 및 제2 크라이오펌프(10b)의 보디퍼지와 상류퍼지는, 제3 크라이오펌프(10c)를 위한 하류퍼지로서 이용할 수 있다.

[0086] 컨트롤러(46)는, 어떤 크라이오펌프(10)로부터 배출유체를 처리장치(60)에 배출하기 위하여, 어떤 크라이오펌프(10)의 보디퍼지밸브(20) 및 배출퍼지밸브(24)를 함께 개방하도록 구성되어도 된다. 이와 같이 하면, 보디퍼지와 상류퍼지를 이용하여, 크라이오펌프(10)로부터 배출유체를 배출라인(50)으로 효율적으로 배출할 수 있다.

[0087] 컨트롤러(46)는, 다른 크라이오펌프(10)의 크라이오펌프용기(16) 내에서의 배출유체의 생성을 방해하도록 다른 크라이오펌프(10)를 냉각하기 위하여 냉동기(14)를 제어하면서, 다른 크라이오펌프(10)의 배출퍼지밸브(24)를 개방하도록 구성되어도 된다. 이와 같이 하면, 제1 크라이오펌프(10a)의 재생(승온공정)이 개시되었을 때, 나머

지의 제2 크라이오펌프(10b) 및 제3 크라이오펌프(10c)를 냉각상태로 유지할 수 있어, 이들 나머지의 크라이오펌프(10b, 10c)로부터의 배출을 확실히 차단할 수 있다. 이와 함께, 제1 크라이오펌프(10a)는, 이들 2대의 크라이오펌프(10b, 10c)로부터의 퍼지가스를 하류퍼지로서 이용하여, 처리장치(60)에 유입되는 배출유체를 효율적으로 희석할 수 있다.

[0088] 컨트롤러(46)는, 어떤 크라이오펌프(10)로부터 합류로(50b)로의 퍼지가스의 유량에 비하여 다른 크라이오펌프(10)로부터 합류로(50b)로의 퍼지가스의 유량을 크게 하도록, 어떤 크라이오펌프(10) 및 다른 크라이오펌프(10)를 제어하도록 구성되어도 된다. 이와 같이 하면, 보디퍼지(또는 상류퍼지)의 유량에 비하여, 하류퍼지의 유량을 크게 할 수 있어, 처리장치(60)에 유입되는 배출유체에 있어서의 위험가스농도의 피크를 억제하기 위하여 유효하다.

[0089] 수소가스의 농도피크를 4% 이하로 하는 예시적인 조건을 고찰하면, 예를 들면 크라이오펌프용적이 30L, 배출라인(50)의 각 지로(50a)의 버퍼용적(56)이 10L, 수소가스초기농도가 60%, 각 크라이오펌프(10)의 보디퍼지 및 상류퍼지의 유량을 각각 매분 20L, 매분 60L로 할 때(이 경우, 하류퍼지는 매분 160L에 상당함), 배출라인(50)의 합류로(50b)에서의 수소가스농도피크를 4.0%로 할 수 있다.

[0090] 또, 이 예에 있어서, 수소가스초기농도를 25%로 저하시킨 경우, 배출라인(50)의 각 지로(50a)의 버퍼용적(56)을 3L로 축소하고, 각 크라이오펌프(10)의 보디퍼지 및 상류퍼지의 유량을 모두 매분 20L로 저하시켜도, 배출라인(50)의 합류로(50b)에서의 수소가스농도피크를 4.0% 미만으로 할 수 있다.

[0091] 이상, 본 발명을 실시예에 근거하여 설명했다. 본 발명은 상기 실시형태에 한정되지 않고, 다양한 설계변경이 가능하며, 다양한 변형예가 가능한 것, 또 그러한 변형예도 본 발명의 범위에 있는 것은, 당업자에게 이해되는 바이다.

[0092] 산업상 이용가능성

[0093] 본 발명은, 크라이오펌프시스템, 및 크라이오펌프시스템을 위한 재생컨트롤러의 분야에 있어서의 이용이 가능하다.

부호의 설명

[0094] 10 크라이오펌프

14 냉동기

16 크라이오펌프용기

20 보디퍼지밸브

22 배출밸브

24 배출퍼지밸브

46 컨트롤러

50 배출라인

50a 지로

50b 합류로

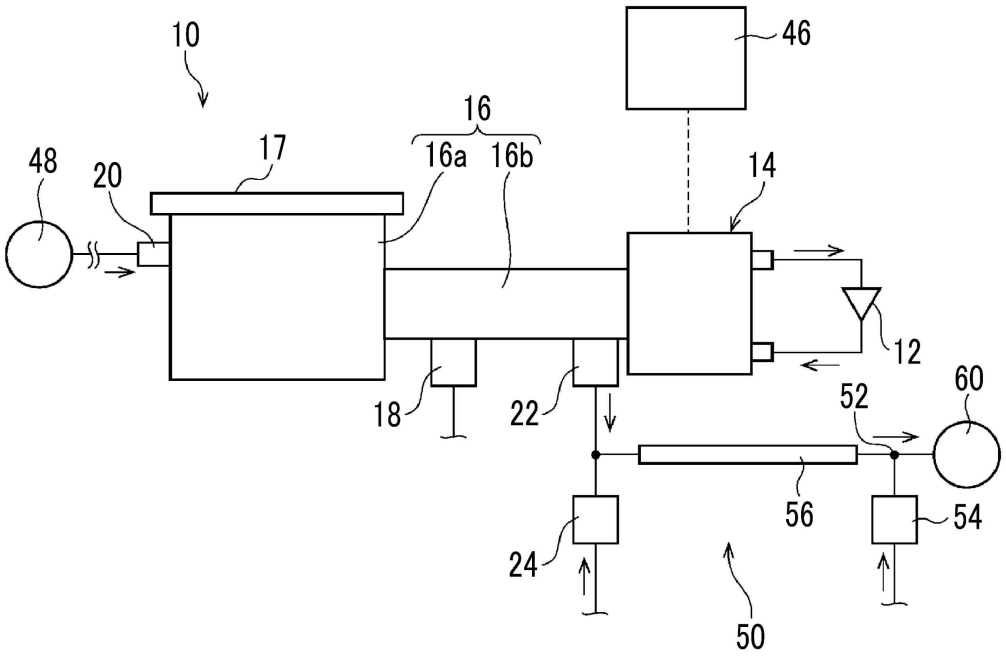
52 퍼지가스수용포트

56 버퍼용적

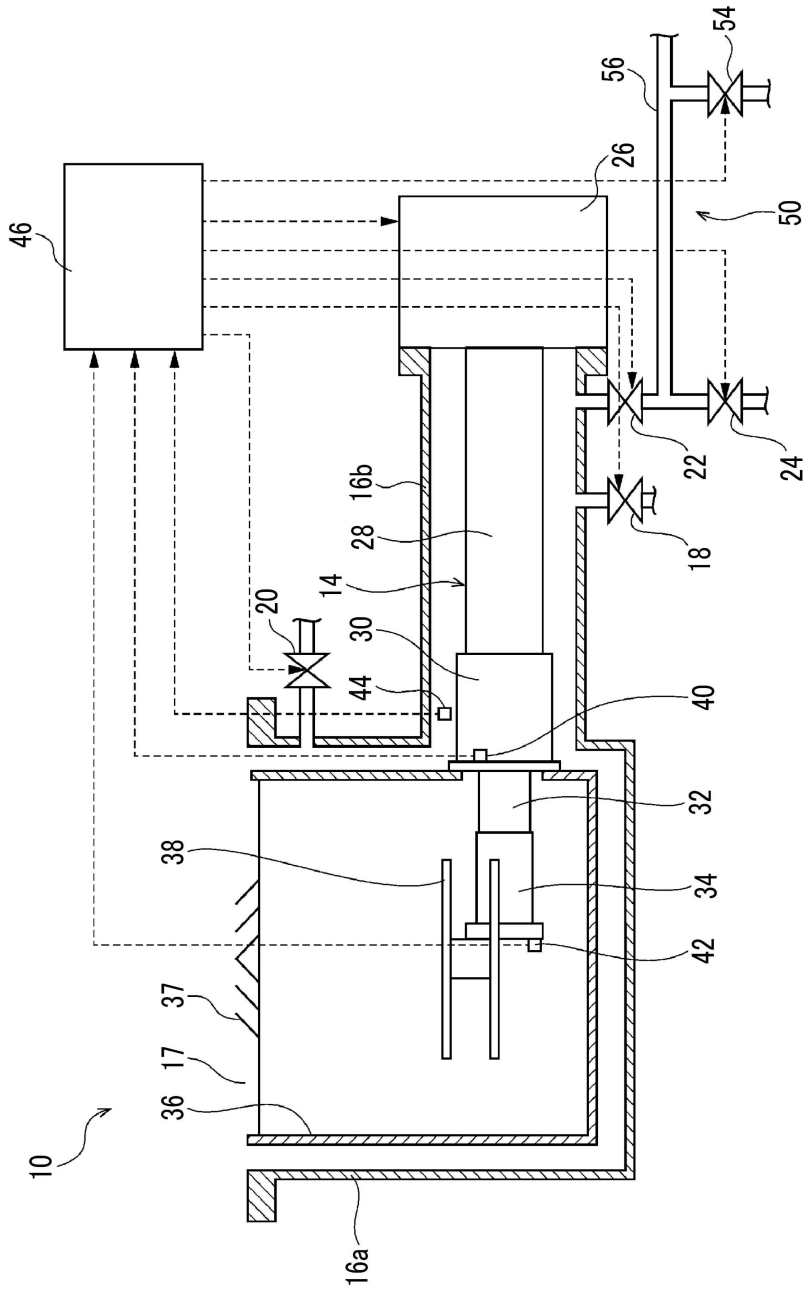
60 처리장치

도면

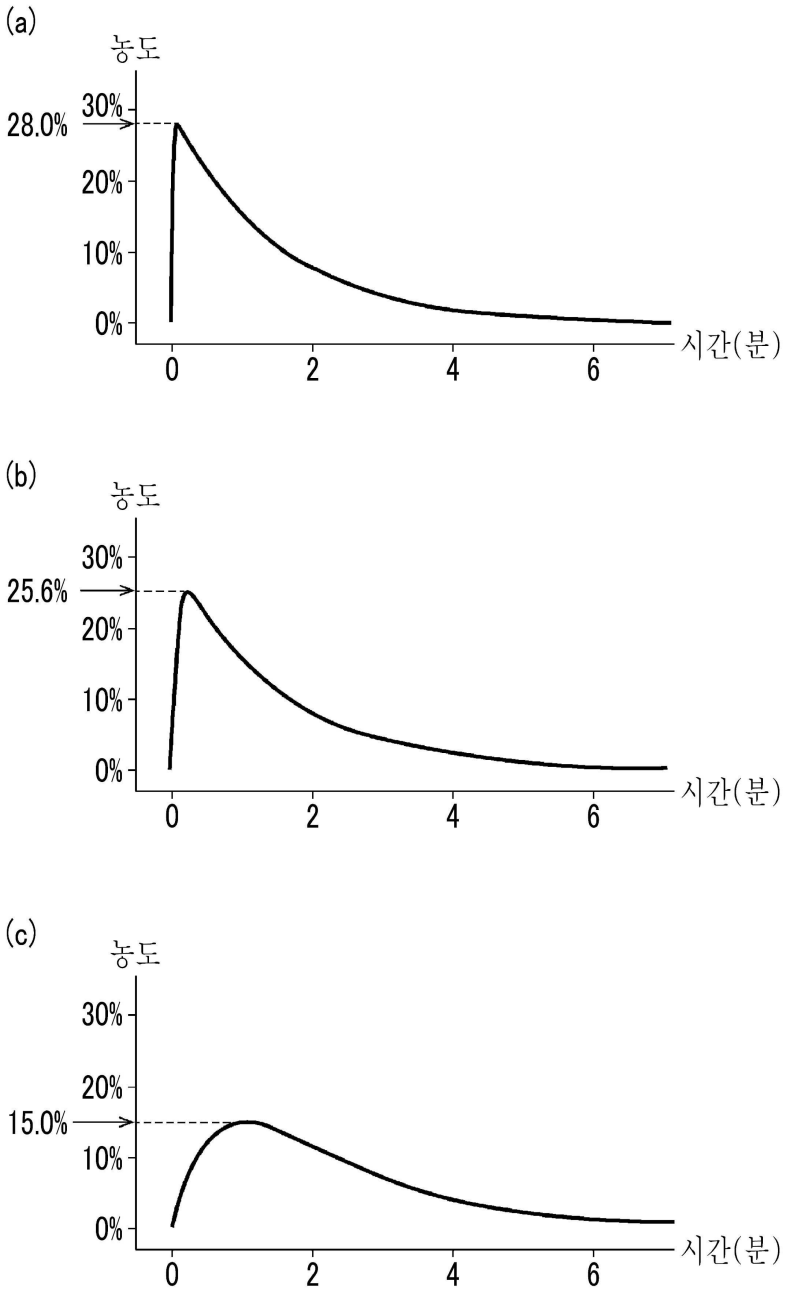
도면1



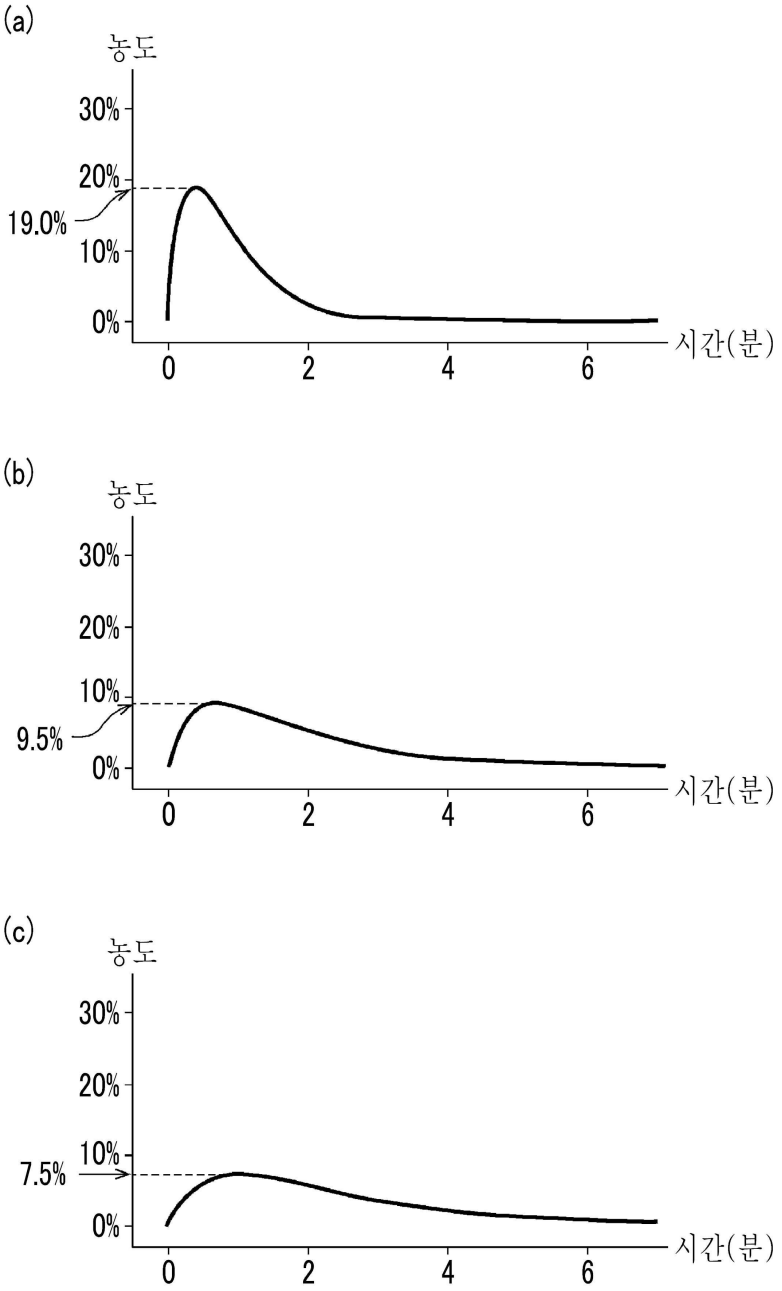
도면2


54
56
26
46
50
16b
28
14
20
30
44
40
22
24
18
32
38
34
42
37
17
36
10
16a

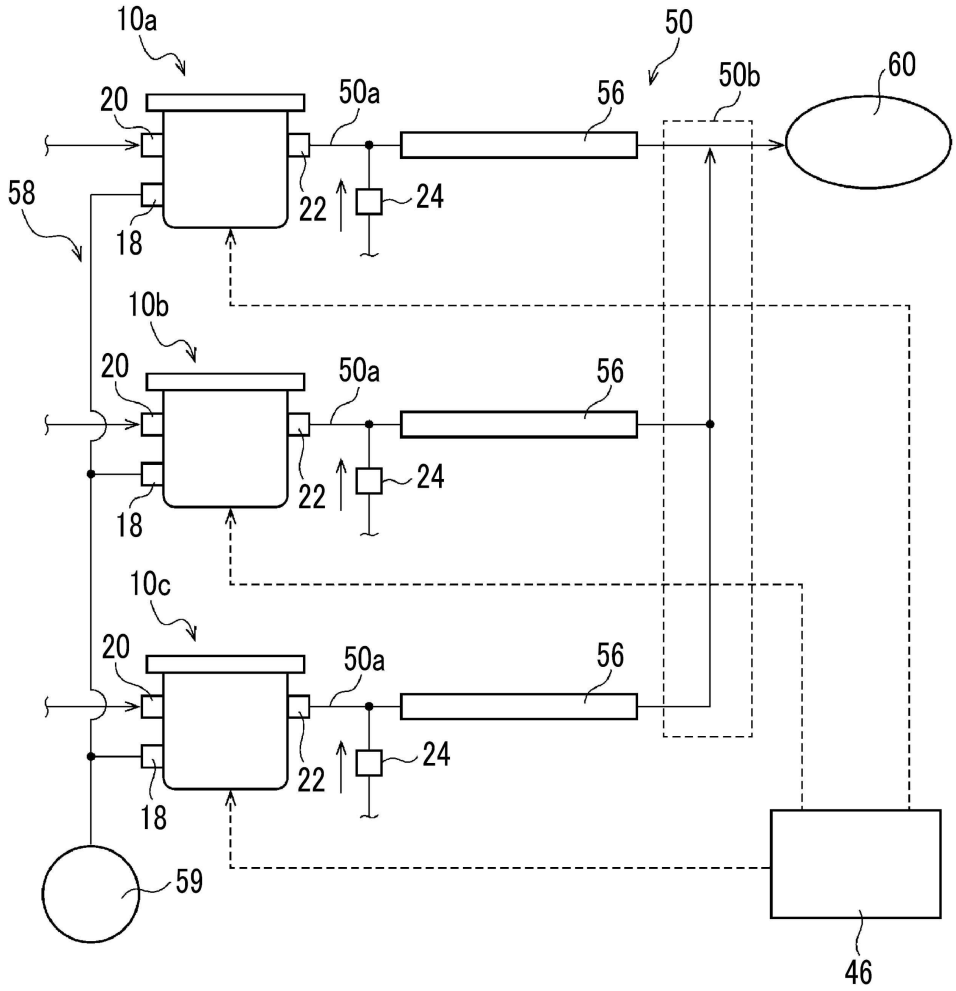
도면3


(a)
농도
28.0%
30%
20%
10%
0%
0
2
4
6
시간(분)
(b)
농도
25.6%
30%
20%
10%
0%
0
2
4
6
시간(분)
(c)
농도
15.0%
30%
20%
10%
0%
0
2
4
6
시간(분)

도면4


(a)
농도
30%
20%
19.0%
10%
0%
0
2
4
6
시간(분)
(b)
농도
30%
20%
10%
9.5%
0%
0
2
4
6
시간(분)
(c)
농도
30%
20%
10%
7.5%
0%
0
2
4
6
시간(분)

도면5


10a
50
60
20
50a
56
50b
58
22
24
18
10b
20
50a
56
22
24
18
10c
20
50a
56
22
24
18
59
46